ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 FÉVRIER 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Charles Galton Darwin**, Membre de la *Royal Society*, Directeur du *National Physical Laboratory* de Teddington, qui assiste à la séance.

M. **Georges Perrier**, faisant hommage à l'Académie d'un Ouvrage dont il est l'auteur, s'exprime ainsi :

Jusqu'à présent, à notre connaissance, aucune histoire complète de la Géodésie n'a été écrite par un géodésien. Cette histoire n'a été traitée que comme une partie de l'histoire de l'Astronomie et a certainement souffert de cette circonstance.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir écrit l'histoire d'ensemble complète de la Science géodésique depuis ses origines jusqu'à nos jours, mais nous sommes heureux d'avoir pu en présenter les traits essentiels, dans un petit livre publié par les *Presses universitaires de France*, dans la *Nouvelle Collection scientifique*, dont le Directeur est notre Confrère Émile Borel.

Il ne pouvait être question, dans un petit volume de moins de 200 pages, de présenter un aperçu historique complet des développements progressifs de la Géodésie, depuis l'Antiquité jusqu'à l'époque contemporaine.

Nous avons dû, de propos délibéré, passer sous silence un certain nombre de questions, dont certaines sont cependant d'une haute importance.

Il ne nous a pas été possible de parler des premières déterminations de la forme et des dimensions de la Terre, effectuées dans l'Antiquité grecque par Eratosthène et par Posidonius, ainsi que des mesures dues aux astronomes arabes du Moyen Age.

Nous n'avons pas, non plus, montré les avantages qu'a tirés la Géodésie des progrès accomplis dans une Science qui lui est intimement liée, celle de la Navigation, lors des grands voyages maritimes de découverte aux XVe et XVIe siècles.

Nous avons fait commencer l'histoire de la Géodésie aux recherches théoriques de Newton, Huyghens et Clairaut, et nous l'avons divisée en trois parties correspondant, la première aux XVIIe et XVIIIe siècles, la seconde au XIXe siècle, la troisième à l'époque contemporaine.

Nous nous sommes efforcé de montrer, dans chacune de ces trois grandes périodes, les développements parallèles de la Géodésie mathématique et de la Géodésie physique, aussi bien sous le rapport des théories que sous celui des applications.

C'est surtout pour l'époque contemporaine que nous regrettons de n'avoir pu aborder quelques questions, qui sont aujourd'hui au premier plan des préoccupations des Géodésiens.

Nous avons dû passer sous silence les progrès réalisés par la Géodésie, grâce au calcul des probabilités, qui est à l'origine de la méthode des moindres carrés appliquée elle-même à la compensation des réseaux géodésiques et astronomiques.

Nous aurions voulu aussi montrer comment l'emploi des balances de torsion et autres appareils du même genre a été d'un précieux secours pour les études théoriques relatives à la forme de la Terre, comme pour les travaux pratiques de prospection.

Nous n'avons pu que faire allusion aux importantes théories de l'Isostasie, qui ont aujourd'hui pris un si grand développement, particulièrement aux États-Unis, et d'où tire son origine, dans ce pays, la méthode des aires, employée pour déterminer les paramètres de l'ellipsoïde terrestre.

Enfin, il ne nous a pas été possible d'exposer la question du déplacement des pôles (variations des latitudes) et celle des mouvements de l'écorce terrestre (mouvements périodiques ou marées, et déformations permanentes).

Le lecteur doit donc considérer notre ouvrage comme une sorte d'Introduction à l'étude de travaux actuels d'un ordre élevé.

Tel qu'il est, il donnera, croyons-nous, d'utiles renseignements sur le

développement des instruments et des méthodes, ainsi que sur les résultats obtenus depuis trois siècles et demi.

Nous nous sommes efforcé d'éviter des détails techniques trop arides et n'avons pas négligé de présenter un historique résumé des grandes opérations géodésiques des XVIIIe et XXe siècles, celles de Laponie et du Pérou dans le passé, celles du Spitzberg et de l'Équateur de nos jours. Cet historique montrera, croyons-nous, que la Géodésie ne se pratique pas uniquement dans le silence du cabinet et que les géodésiens ont été, en grande majorité, des hommes de terrain et d'action, car c'est sur le terrain qu'il faut aller chercher les faits, les nombres, les documents de toute nature, nécessaires pour asseoir, quelquefois immédiatement, d'autres fois plus tard seulement, des calculs et des spéculations théoriques.

On trouve dans notre ouvrage un aperçu sommaire de l'organisation internationale de la Géodésie qui, modeste à l'origine, puissante avant la guerre actuelle, remonte à l'époque (1864) où, sur l'initiative du Général prussien Baeyer, élève de Bessel, fut créée une Association géodésique réunissant les représentants des divers États allemands et d'un certain nombre d'États de l'Europe centrale. Progressivement étendue et développée, cette Association était devenue en 1886 l'*Association géodésique internationale*, ne limitant point son champ d'action à l'Europe. Elle disparut pendant la grande guerre de 1914-1918 et fut remplacée par une organisation, non seulement géodésique, mais aussi géophysique, l'*Union géodésique et géophysique internationale*, créée en 1919 aussitôt la paix rétablie.

L'Association de Géodésie, qui est une des sept Associations faisant partie de cette Union, a continué dignement l'œuvre de l'ancienne Association géodésique internationale. Elle a provoqué, sur le terrain, l'exécution d'un grand nombre de travaux et a poursuivi, de sa propre initiative, l'étude de nombreuses questions géodésiques d'intérêt international.

Son activité a donc été féconde dans le passé. Nous pouvions espérer qu'elle le serait encore plus à l'avenir, mais la deuxième grande guerre qui vient de se déchaîner et menace de s'étendre, comme la précédente, au monde entier, amènera sûrement dans les progrès de la Science géodésique un temps d'arrêt, de recul même, que beaucoup d'autres sciences éprouveront également.

C'est un nouveau chapitre de l'histoire de la Géodésie qui commencera lorsque les relations scientifiques internationales pourront être rétablies, mais qui sait quand ?

Nous avons, il faut bien l'avouer, été le premier intéressé par notre propre ouvrage, en espérant peut-être qu'un jour le temps dont nous disposerons nous permettra d'établir une véritable histoire, détaillée et documentée, de la belle Science géodésique.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la concentration saline de l'eau d'arrosage*. Note [1] de M. **Lucien Daniel.**

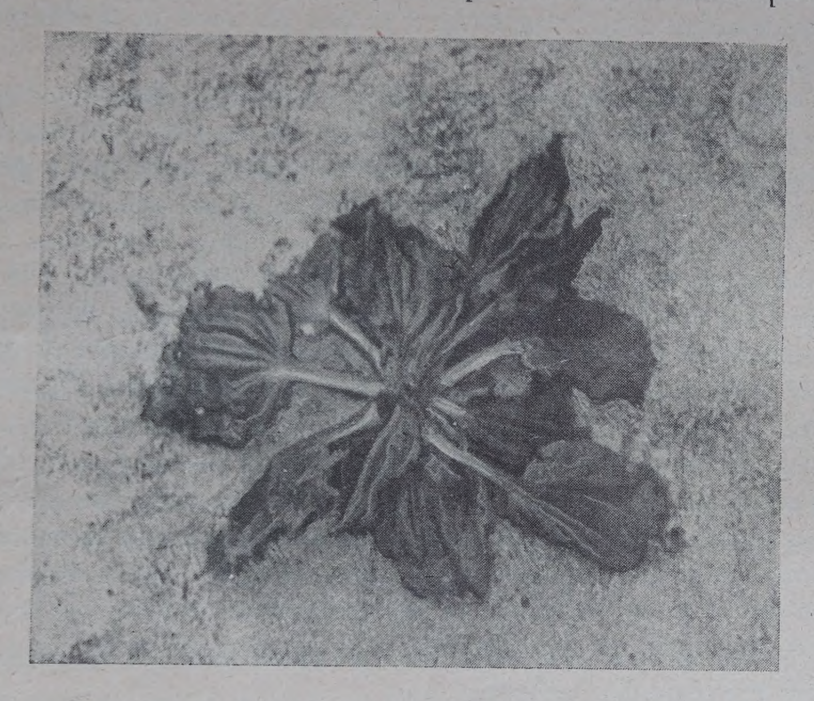
Depuis 1900, je me sers, dans mon jardin d'Erquy (Côtes-du-Nord), de l'eau de mon puits pour l'arrosage. Des analyses suffisamment répétées m'avaient montré que cette eau, puisée dans une nappe d'eau souterraine alimentée d'une part en eau douce par le ruissellement et d'autre part par l'infiltration de l'eau de mer aux marées d'équinoxe, contenait une certaine quantité de sels solubles, tout en restant potable par les fortes chaleurs au voisinage de l'été. Seules quelques espèces délicates, comme le Fraisier, se chlorosaient et finissaient par se dessécher. Or, il y a quelques années, à la suite de l'installation des égoûts et de l'eau potable, de profondes tranchées furent creusées dans les rues de la station balnéaire, qui produisirent une sorte de drainage suivi d'un abaissement de plus d'un mètre du niveau de l'eau de la nappe souterraine. Le vide fut comblé aux marées d'équinoxe par la pénétration de l'eau de mer, qui détermina une augmentation considérable de la salinité de l'eau de mon puits, comme je le constatai au goût et à l'analyse.

En 1938, la grande sécheresse m'obligea à faire de nombreux arrosages avec cette eau saumâtre contenant plus de 5^{mg} de sel par litre. Mes Fraisiers jaunirent, puis périrent les premiers. Des variations curieuses apparurent chez mes Choux cabus, mes Laitues, mes Artichauts, mes Tomates etc. Chez les Choux et les Laitues, la pomme, quand elle se forma, fut petite et rabougrie. Les feuilles, presque sessiles à l'état normal, fournirent un pétiole plus ou moins long; leur limbe prit une forme presque orbiculaire, surtout chez la Laitue; les nervures s'épaissirent et durcirent fortement, tandis que les parenchymes s'amincissaient; leur surface se gaufra et se crispa; leur latex, au lieu d'être blanc, passa au rougeâtre; la saveur devint amère et désagréable. Chez le Chou cabus, non

(1) Séance du 5 février 1940.

seulement le goût fut changé, mais les feuilles se montrèrent indigestes [2]. Le développement de l'appareil reproducteur fut plus ou moins entravé ainsi que les rythmes de végétation des races. J'ai remarqué que, chez diverses Laitues montant à fleurs, la tige aérienne était un peu fusiforme et se brisait net à la traction longitudinale. L'inflorescence était plus ou moins réduite, ainsi que la fertilité.

Ces phénomènes se sont reproduits en 1939, à la suite d'arrosages analogues. Je me suis rendu compte que les parties saturées de sels par l'arro-



sage ne reprennent pas leur fertilité immédiatement après la cessation de l'arrosage à l'eau saumâtre, et qu'il faut un temps assez long pour ramener la concentration saline à une dose assez faible pour cesser d'être nuisible. J'ai eu, à diverses reprises, l'occasion d'observer des modifications de même ordre chez des plantes de l'intérieur des terres et qui poussent accidentellement, en bordure des grèves, dans le sable des dunes humidifié par les embruns salés, par de petits paquets d'eau de mer projetés par les tem-

---

(2) Lucien Daniel, *Les mystères de l'hérédité symbiotique*, p. 107 et suiv., un vol. in-8, 292 p., avec 32 pl. dont 16 en couleurs et de nomb. fig. dans le texte, Rennes, 1938-1939.

pêtes ou par infiltration au moment de la pleine mer, surtout aux grandes marées. On pourra s'en rendre compte en examinant la photographie ci-dessus représentant un *Plantago major* venu dans ces conditions, qui a fourni des pétioles plats et allongés, des limbes orbiculaires, des nervures très accentuées avec un gaufrage très accusé. Ces transformations ne surprendront pas ceux qui connaissent celles qui apparaissent dans les cultures en solutions nutritives quand on fait varier la concentration d'un élément isolé ou de plusieurs éléments de ces solutions, comparativement avec une solution type, comme je l'ai fait en 1908 pour l'étude des Haricots, greffés ou non.

Elles sont en outre intéressantes à divers titres : 1° elles montrent que la concentration saline des aliments absorbés dans le sol a une importance fondamentale dans les oscillations du bilan végétatif mobile des végétaux, leur lutte pour l'existence, leur état de santé ou de maladie, qu'il s'agisse de maladies physiologiques ou parasitaires (pathologie végétale); 2° que l'abus des engrais chimiques n'est pas seulement préjudiciable à la santé des végétaux supérieurs, mais aussi à la vie microbienne du sol, dont l'importance est fondamentale dans l'alimentation végétale; 3° que les animaux herbivores sont souvent victimes de l'absorption des plantes déséquilibrées et malades, qu'ils sont obligés d'avaler parfois avec des ingrédients plus ou moins toxiques qu'on a employés pour détruire les parasites divers qui les attaquent; 4° que, par contre-coup, l'homme lui-même est victime des états morbides des plantes ou des animaux dont il fait sa nourriture, puisqu'il ne se contente pas de déséquilibrer les végétaux, mais il en fait tout autant pour les animaux en les engraissant rapidement avec des produits chimiques qui rendent malsaines les graisses et la viande, *et il devient ainsi son propre bourreau*.

L'agriculteur, le vétérinaire, le médecin, l'hygiéniste ont un intérêt de tout premier ordre à coordonner leurs efforts en vue d'étudier à fond les rapports qui existent entre la santé et l'hygiène des plantes mangées par les herbivores, ceux qui s'établissent entre les herbivores, les granivores, les omnivores et l'homme. Tout se tient et tout s'enchaîne dans la vie symbiotique des êtres, et c'est ce qu'on ne devrait jamais oublier.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages M. **Alfred Lacroix** est désigné pour représenter l'Académie dans le *Conseil d'administration du Palais de la Découverte*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

R. Università degli Studi di Pavia. *Commemorazioni Spallanzaniane*, 11-14 aprile 1939-XVII. Vol. I. — *Atti ufficiali; I grandi maestri dell' Ateneo Pavese.*

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur les équations aux dérivées partielles que vérifient les fonctions de distribution d'un champ aléatoire.* Note (1) de MM. **Georges Dedebant**, **José Moyal** et **Philippe Wehrlé**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Fonction de distribution d'une fonction aléatoire dérivable en moyenne quadratique. — Soient X/t une fonction aléatoire de la variable certaine t dérivable une fois en moyenne quadratique (dérivable m. q.), $\rho(x, t)$ sa fonction de distribution (f. de d.), $F(x, u, t)$ la f. de d. conjuguée de X et de $\dot{X}$ $(\dot{X}/t$ dérivée m. q. de $X/t)$, soit $\varphi(X)$ une fonction certaine de X dérivable en X ; $\varphi(X)$ est par conséquent une fonction aléatoire de t également dérivable m. q. une fois. On a par les règles de calcul aléatoire pour la dérivée de la moyenne de $\varphi(X)$ [désignée par $\overline{\varphi(X)}$]

$$\frac{\partial}{\partial t}\overline{\varphi(x)} = \overline{\varphi'(X)\dot{X}}. \tag{1}$$

L'identité (1), étant vérifiée quelle que soit la fonction $\varphi(X)$, restreint le champ fonctionnel de $\rho(x, t)$. Pour le voir, explicitons (1) et désignons par $\overline{\dot{X}}$ la moyenne liée de $\dot{X}$ en X, qui est en général fonction de x et de t. (1) s'écrira

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi\frac{\partial\rho}{\partial t}dx = \int_{-\infty}^{+\infty}\frac{\partial\varphi}{\partial x}\overline{\dot{X}}\rho\,dx = \Big|\varphi\overline{\dot{X}}\rho\Big|_{-\infty}^{+\infty} - \int_{-\infty}^{+\infty}\varphi\frac{\partial}{\partial x}\left(\overline{\dot{X}}\rho\right)dx, \tag{2}$$

à condition que $\rho(x, t)$ soit dérivable en x. La parenthèse $\Big|\varphi\overline{\dot{X}}\rho\Big|_{-\infty}^{+\infty}$ est nulle si $\varphi(x)$ s'annule aux limites. On a alors

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\varphi\left\{\frac{\partial\rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\rho\overline{\dot{X}}\right)\right\}dx = 0. \tag{3}$$

(1) Séance du 5 février 1940.

Cette équation devant être vérifiée pour toute fonction $\varphi(X)$ nulle aux limites, entraîne pour $\rho(x, t)$ l'équation aux d. p.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\overline{\dot{X}}\rho\right) = 0. \tag{4}$$

Si X/t est deux fois dérivable m. q., on obtient par un calcul analogue au premier, une équation aux d. p. du second ordre pour $\rho(x, t)$

$$\frac{\partial^2 \rho}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(\rho\overline{\dot{X}^2}\right) + \frac{\partial}{\partial u}\left(\rho\overline{\ddot{X}}\right) = 0, \tag{5}$$

$\overline{\ddot{X}}$ représentant la moyenne liée en X de $\ddot{X}$, $\overline{\dot{X}^2}$ celle de $\dot{X}^2$. On pourrait établir de la même façon des équations d'ordre supérieur.

Fonctions de distribution conjuguées de X/t et de ses dérivées m. q. successives. — Soit $F(x, u, t)$ la f. de d. conjuguée de X et $\dot{X}$. Désignons par $\overline{\ddot{X}}$ la moyenne liée en X et $\dot{X}$ de $\ddot{X}$. On a

$$\frac{\partial F}{\partial t} + u\frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial u}\left(F\overline{\ddot{X}}\right) = 0. \tag{6}$$

On peut généraliser ce résultat pour la f. de d. de X et de ses n dérivées m. q. successives.

Extension à la f. de d. conjuguée de n fonctions aléatoires d'une même variable réelle. — On étend les résultats ci-dessus à la f. de d. conjuguée de n fonctions aléatoires de t, c'est-à-dire aux composantes d'un vecteur aléatoire, dans un espace de configuration à n dimensions. Soit par exemple X/t, Y/t, Z/t représentant les coordonnées aléatoires d'un point, fonctions du temps t, $\rho(x, y, z, t)$ leur f. de d. conjuguée, $F(x, y, z, u, v, w, t)$ la f. de d. conjuguée des X, Y, Z et des $\dot{X}$, $\dot{Y}$, $\dot{Z}$. On a l'analogue de (4), (5) et (6),

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{S}\frac{\partial}{\partial x}\left(\rho\overline{\dot{X}}\right) = 0, \tag{7}$$

$$\frac{\partial^2 \rho}{\partial t^2} - \mathbf{S}\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(\rho\overline{\dot{X}^2}\right) + \mathbf{S}\frac{\partial}{\partial x}\left(\rho\overline{\ddot{X}}\right) = 0, \tag{8}$$

$$\frac{\partial F}{\partial t} + \mathbf{S}\, u\frac{\partial F}{\partial x} + \mathbf{S}\frac{\partial}{\partial u}\left(F\overline{\ddot{X}}\right) = 0, \tag{9}$$

$\mathbf{S}$ représentant la somme des termes analogues en X, Y, Z.

Conservation de la probabilité. — L'équation (7) exprime que $\rho(x, y, z, t)$ est un multiplicateur du système différentiel

$$\frac{dt}{1} = \frac{dx}{\overline{\dot{X}}} = \frac{dy}{\overline{\dot{Y}}} = \frac{dz}{\overline{\dot{Z}}}. \tag{10}$$

Il en résulte, d'après un théorème de Poincaré, que

$$(11) \qquad \int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \rho(x, y, z, t)\, dx\, dy\, dz$$

est un invariant intégral. De même il résulte de (9) que

$$(12) \qquad \int_{-\infty}^{+\infty} \cdots \int_{-\infty}^{+\infty} F(x, y, z, u, v, w, t)\, dx\, dy\, dz\, du\, dv\, dw$$

est également un invariant intégral. On voit que les équations aux d. p. ci-dessus n'expriment pas autre chose que la *conservation de la probabilité.*

Application aux fonctions aléatoires stationnaires. — Considérons la f. de d. $\rho(x, t)$. Si le champ de X/t est stationnaire, $\partial\rho/\partial t = 0$. Dans le cas où les régressions de X et $\dot{X}$ sont linéaires, on trouve, comme solution de (4) et de (5) pour $\rho(x)$, une loi de Gauss

$$(13) \qquad \rho(x) = C e^{-\frac{x^2}{2\overline{X^2}}}.$$

Application à la théorie cinétique des gaz. — Dans la théorie cinétique, on admet que les molécules sont soumises à un champ de force dérivant d'un potentiel U(X), et à des forces aléatoires Z dues aux chocs. La mécanique aléatoire d'une telle molécule s'exprimera par l'équation

$$(14) \qquad \ddot{X} = -\frac{\partial U}{\partial X} + Z.$$

Si l'on admet que Z est indépendant en moyenne de la position et de la vitesse, c'est-à-dire que $\overline{Z} = 0$, l'intégrale générale de (6) pour le cas stationnaire $(\partial F/\partial t = 0)$ est de la forme

$$(15) \qquad F(x, u) = F\left[\frac{1}{2}u^2 + U(x)\right].$$

Si l'on admet de plus que X et $\dot{X}$ sont stochastiquement indépendants (ce qui se démontre d'autre part quand le coefficient de corrélation entre X/t_1 au moment t_1, et X/t_2 au moment t_2 ne dépend que de l'intervalle $t_2 - t_1$), on retrouve la loi de Maxwell

$$(16) \qquad F(x, u) = C e^{-K\left[\frac{1}{2}u^2 + U(x)\right]}.$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'opalescence critique des complexes liquides.* Note [1] de MM. **P. Mondain-Monval** et **J. Quiquerez.**

En règle générale, les mélanges liquides binaires ou ternaires présentent dans la zone homogène, au voisinage immédiat de la courbe de trouble et plus particulièrement du point critique, le phénomène remarquable de l'*opalescence critique*. Ces mélanges, parfaitement transparents à la lumière transmise, montrent par réflexion une teinte opaline, généralement bleutée ou verdâtre, les radiations lumineuses ainsi diffusées étant polarisées, comme le sont celles émises dans les mêmes conditions par les solutions colloïdales. Plusieurs points de la théorie de ce phénomène sont encore obscurs, en particulier ceux qui ont trait à son intensité. Certains mélanges, en effet, ne révèlent aucune opalescence dans la région critique, d'autres, au contraire, une opalescence considérable. La présente Note fournit sur ce point une solution expérimentale satisfaisante.

Au cours de nos recherches sur la séparation en deux couches [2], nous avons été amenés à étudier systématiquement les propriétés physiques de nombreux systèmes ternaires hétérogènes et à reconnaître le fait suivant, appuyé par d'abondantes données expérimentales, qui met en évidence une intéressante relation entre l'indice de réfraction et l'opalescence critique :

Les systèmes dont les constituants liquides sont dotés d'indices de réfraction très voisins ne montrent pas le phénomène de l'opalescence critique. Si les indices de ces constituants présentent un léger écart, l'opalescence se manifeste avec une faible intensité dans une zone très étroite et très voisine du point critique. Si les écarts d'indices deviennent notables, la zone d'opalescence s'élargit et surtout s'étend de plus en plus le long de la courbe de trouble. En outre, l'intensité de l'opalescence augmente dans le même sens que l'écart des indices.

Pour aboutir à ces conclusions, nous avons effectué une série d'essais qui ont porté sur plus de cinquante ternaires partiellement miscibles. Pour chaque ternaire, on déterminait tout d'abord, à 25°, par la méthode des points de trouble, la totalité ou la plus grande partie de la courbe de démixtion. On préparait ensuite, à cette même

---

(1) Séance du 29 janvier 1940.

(2) P. Mondain-Monval et J. Quiquerez, *Atti del X Congresso internazionale di Chimica*, Roma, 2, 1938, p. 357; J. Quiquerez, *Thèses*, 1938, Mulhouse).

température, un certain nombre de mélanges homogènes, mais très voisins de cette courbe, à proximité du point critique. On abaissait lentement la température et l'examen très attentif du mélange permettait de se rendre compte avec certitude si la démixtion était, ou non, précédée de l'apparition d'opalescence.

Bien que le phénomène d'opalescence soit tout à fait général, nous avons pu cependant observer une quinzaine de ternaires *sans opalescence*, ainsi que deux binaires.

Il résulte de l'ensemble de nos recherches, dont le détail sera donné ailleurs, que, lorsque l'écart des indices des constituants est de l'ordre de deux ou trois unités de la seconde décimale, l'opalescence critique apparaît à l'observateur comme *rigoureusement nulle*. C'est le cas, entre autres, des ternaires *eau-alcool éth.-n-pentane* ($\Delta i = 0{,}0304$); *eau-oxyde d'éthyle-acétone* ($\Delta i = 0{,}0283$); *anhydride acétique-n-hexane-acétone* ($\Delta i = 0{,}0306$). Lorsque cet écart dépasse quatre unités de la seconde décimale, l'opalescence commence à se manifester dans une zone très étroite de concentration, voisine du point critique, et gagne ensuite en intensité et en étendue avec l'accroissement de cet écart. Elle finit même pour des écarts d'indices considérables, (ternaire *eau-alcool éthylique-sulfure de carbone* $\Delta i = 0{,}2988$) par border la courbe de démixtion dans la totalité de son étendue.

Le grand nombre de ternaires que nous avons été amenés à étudier nous permet d'autre part de conclure que ce ne sont *ni la présence de tel ou tel constituant, ni la fonction chimique qui motivent l'apparition ou la disparition de l'opalescence critique*. En revanche, nous avons pu, en nous basant *a priori* sur le principe des indices que nous avons énoncé, prévoir une dizaine de ternaires comme totalement dépourvus de toute opalescence, ce que l'expérience a régulièrement confirmé, dans chaque cas, sans aucune exception.

L'opalescence critique ne se manifeste donc pas dans les mélanges où l'écart maximum entre les indices des constituants est faible (inférieur à quatre unités de la seconde décimale). Toutefois cette condition, si elle est suffisante, n'est pas absolument nécessaire. Nous avons pu montrer, en effet, que l'opalescence peut encore ne pas être observée pour des écarts plus importants entre les indices des constituants du ternaire, à condition que le coefficient de partage soit tel que, même loin du point critique, les indices de réfraction des couches conjuguées soient extrêmement voisins, ce qui généralise encore le principe que nous avons formulé.

La relation que nous venons de signaler entre les indices de réfraction des couches conjuguées et l'opalescence critique s'accommode bien de la théorie qui identifie les mélanges opalescents à une émulsion colloïdale de sphérules infiniment petits. On conçoit en effet qu'un semblable complexe, à haut degré de dispersion, puisse paraître *optiquement* homogène si les particules dispersées ont même indice que le milieu de dispersion.

Le système n'en demeure pas moins hétérogène en réalité, comme peut l'accuser, entre autres, une augmentation de la viscosité. L'apparition, dans un complexe liquide, de l'opalescence critique constitue donc une simple manifestation visuelle de l'existence d'un système à allure colloïdale au voisinage du point critique de dissolution. Pour que cette manifestation visuelle soit observable, il suffit que les indices de réfraction des couches soient sensiblement différents. Il résulte de cette dernière condition que l'absence d'opalescence n'implique aucunement l'inexistence d'un système colloïdal.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la tension interfaciale sur la grosseur du grain de solidification des alliages métalliques.* Note [1] de M. **Paul Bastien**, présentée par M. Léon Guillet.

La grosseur du grain de solidification des métaux est susceptible de varier dans d'assez larges limites pour des modifications en apparence peu importantes des facteurs physiques et physicochimiques dont dépend la solidification. Si l'on maintient constants les facteurs agissant sur la grosseur de la cristallisation des métaux bruts de coulée sauf la teneur en éléments d'addition, on constate fréquemment que l'incorporation, même pour de très faibles concentrations, de certains éléments provoque une diminution sensible de la grosseur du grain. Dans certains cas, on a pu expliquer cet affinage par l'existence dans l'alliage d'une tranformation péritectique se produisant au cours de la solidification [2], mais, dans les nombreux cas où l'on ne peut faire appel à l'existence d'une telle réaction, on attribue généralement, et sans preuve directe, cet affinage à la formation dans le liquide de suspensions jouant le rôle d'amorces de cristallisation.

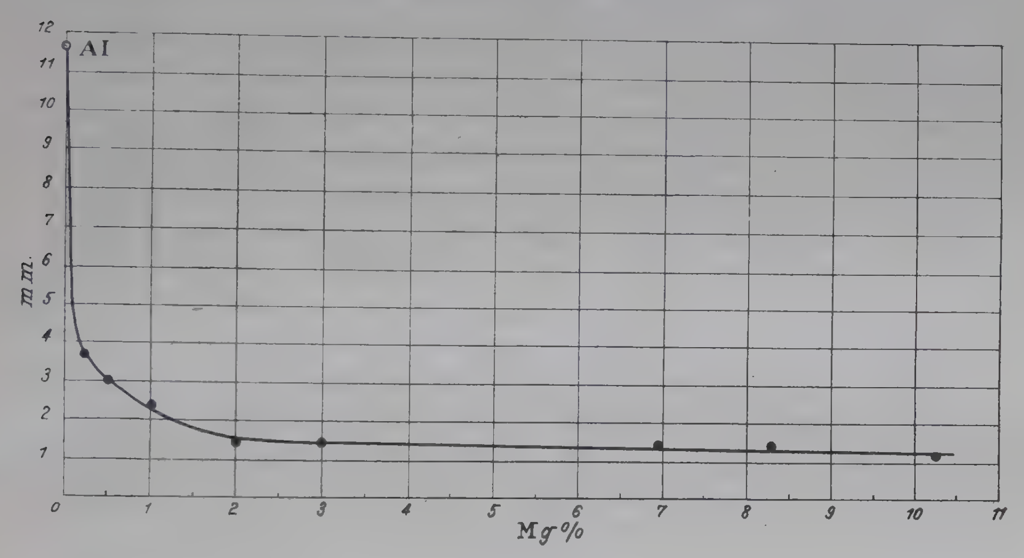
Nous nous sommes proposé d'étudier l'influence, sur la grosseur de la cristallisation d'un aluminium à 99,998 %, d'additions progressives de magnésium. En prenant toutes précautions utiles pour que la fusion et la solidification de tous les alliages s'effectuent dans des conditions iden-

---

(1) Séance du 5 février 1940.

(2) Travaux de K. Iwasé, J. Asato et N. Nasu (*Sc. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, p. 653, Prof. Honda anniv. vol., 1936) poursuivis par H. Nishimura et N. Kagiwada (*Suyokwai-Shi*, 9, 95-98, 1936).

tiques, nous avons trouvé (voir la figure) que le magnésium a une action marquée sur la grosseur du grain de coulée de l'aluminium pur. De même nous avons constaté que de petites additions de fer ou de silicium affinent nettement ce grain. Les diagrammes binaires de l'aluminium avec le magnésium, le fer ou le silicium ne comportent pas de tranformation péritectique au voisinage de l'aluminium; de plus, comme l'ont montré J. Czochralski et J. Mikolajczyk ([3]), le degré de pureté de l'aluminium n'a



Variation des dimensions moyennes du grain de solidification des alliages aluminium-magnésium.

pas d'influence sur la vitesse de cristallisation de ce métal. Ces deux facteurs ne peuvent donc être invoqués ici.

La tension superficielle joue certainement un rôle important dans le développement des cristaux à partir du liquide, mais il n'existe pas actuellement de méthode satisfaisante pour déterminer la valeur de la tension interfaciale existant à la surface de séparation d'un cristal baignant dans le liquide qui lui donne naissance. Toutefois, ainsi que l'a fait remarquer C. Desch ([4]), il est frappant de constater que, lorsque les métaux liquides sont rangés dans l'ordre décroissant de leurs tensions superficielles, ce sont les métaux en tête de liste, tels que le cuivre et l'or, qui

([3]) *Wial. Inst. Metal. i Metaloznu* (Varsovie), **3**, 1936, p. 106-107.
([4]) *J. Inst. Metals*, **11**, 1914, p. 5; **22**, 1919, p. 241.

forment des dendrites à contours arrondis et des particules globulaires dans les alliages eutectiques, tandis que ceux possédant de faibles tensions superficielles, tels que l'antimoine, donnent des dendrites et des particules à angles aigus. Partant de cette remarque, nous avons déterminé la tension interfaciale d'un certain nombre des alliages précédemment étudiés au point de vue grosseur du grain, en employant la méthode des larges gouttes baignant dans la cryolithe fondue, déjà utilisée avec A. Portevin pour l'étude de la tension superficielle de l'aluminium non oxydé ([5]). Les valeurs des tensions interfaciales métal-cryolithe trouvées sont les suivantes :

		Al +					
	Al à 99,998 %.	2,07 Mg.	6,98 Mg.	0,1 Fe.	0,5 Fe.	0,1 Si.	0,5 Si.
A (dynes/cm)........	168	40	31	77	70,5	83	77

L'aluminium très pur a donc une tension nettement supérieure à celle de l'aluminium renfermant du magnésium, du silicium ou du fer en solution. La cristallisation s'effectuant à partir de germes, on peut penser que la tension superficielle intervient pour s'opposer au grossissement de ces centres, dans les toutes premières phases de leur croissance, et ce d'autant plus énergiquement que cette tension sera plus élevée et que les rayons de courbure des nucléi seront plus petits. On conçoit donc que seuls peuvent se développer les germes pour lesquels la force de cristallisation l'emporte sur la force capillaire opposée : dans l'aluminium extra-pur, à tension superficielle élevée, le développement des germes est, toutes choses égales, moins aisé que dans l'aluminium renfermant du magnésium, du fer ou du silicium en solution et, comme, de plus, la vitesse de cristallisation n'est pas modifiée, ceci explique pourquoi le grain de coulée est particulièrement gros dans l'aluminium raffiné.

CHIMIE MINÉRALE. — *Application des mesures de tension superficielle à la détermination des combinaisons moléculaires du nitrate de glucinium et de certains nitrates alcalins.* Note de M. **Robert Chauvenet**, présentée par M. Marcel Delépine.

J'ai donné ([1]) quelques résultats obtenus par application de la méthode stalagmométrique à la détermination des combinaisons moléculaires

([5]) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 1072-1074; *Inst. British Foundrymen*, XXIIe Conf. ann., 1936, 88-116.

([1]) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 50-52.

susceptibles de se former en solution entre le nitrate de zinc et certains nitrates alcalins.

La même méthode, employée à la recherche des combinaisons se formant entre le nitrate de glucinium et les nitrates alcalins, a donné les résultats suivants :

[Les solutions employées sont 2N, sauf le nitrate de cæsium (0,53N) et le nitrate de rubidium (1,35N).]

Système $(NO^3)^2Gl-NO^3Na$.

Tension superficielle, à 20°, de la solution 2N de { $(NO^3)^2Gl$, 82,53 dynes/cm. ; NO^3Na 61,79 » }

Mél. en vol.									
$(NO^3)^2Gl$ ..	30	28	25	24	22,5	20	17,5	15	12,5
NO^3Na.....	10	12	15	16	17,5	20	22,5	25	27,5
T trouvée	83,16	83,40	83,57	83,66	83,96	83,94	83,65	81,19	78,47
calculée....	77,34	76,31	74,75	74,23	73,45	72,16	70,86	69,57	68,27
$T_t - T_c$......	5,82	7,09	8,82	9,43	10,51	11,78	12,79	11,62	10,20

Système $(NO^3)^2Gl-NO^3K$.

Tension superficielle, à 20°, de la solution 2N de { $(NO^3)^2Gl$, 82,53 dynes/cm. ; NO^3K, 70,81 » }

Mélanges en volumes							
$(NO^3)^2Gl$	30	25	22,5	20	17,5	15	12,5
NO^3K	10	15	17,5	20	22,5	25	27,5
T trouvée	83,69	84,87	85,23	84,88	80,98	77,71	73,95
calculée.................	79,60	78,13	77,40	76,67	75,93	75,20	74,47
$T_t - T_c$..................	4,09	6,74	7,83	8,21	5,05	2,51	-0,52

Système $(NO^3)^2Gl-NO^3Rb$.

Tension superficielle, à 20°, de la solution 1,35N de { $(NO^3)^2Gl$, 81,28 dynes/cm. ; NO^3Rb, 82,23 » }

Mélanges en volumes							
$(NO^3)^2Gl$	30	25	24	22,5	20	17,5	15
NO^3Rb	10	15	16	17,5	20	22,5	25
T trouvée	82,79	82,94	82,99	82,72	82,28	82,99	83,73
calculée.................	81,51	81,05	81,66	81,70	81,75	81,70	81,87
$T_t - T_c$	1,38	0,58	1,33	1,02	0,53	1,11	1,86

Système $(NO^3)^2Gl-NO^3Cs$.

Tension superficielle, à 20°, de la solution 0,53N de { $(NO^3)^2Gl$, 81,16 dynes/cm. ; NO^3Cs, 80,85 » }

Mélanges en volumes						
$(NO^3)^2Gl$	30	25	22,5	20	17,5	15
NO^3Cs..............	10	15	17,5	20	22,5	25
T trouvée	81,44	81,63	82,10	84,51	83,17	81,65
calculée..............	81,08	81,05	81,02	81,00	80,98	80,96
$T_t - T_c$	0,36	0,58	1,08	3,51	2,19	0,69

Système $(NO^3)^2Gl-NO^3NH^4$.

Tension superficielle, à 20°, de la solution 2N de NO^3NH^4, 81,37 dynes/cm.

Mél. en vol.									
$(NO^3)^2Gl$...	30	25	22,5	20	17,5	17	16	15	13
NO^3NH^4...	10	15	17,5	20	22,5	23	24	25	27
T trouvée....	81,33	83,12	83,91	85,00	85,44	85,49	87,28	84,93	84,38
calculée....	82,24	82,09	82,02	81,95	81,87	81,86	81,83	81,80	81,74
$T_t - T_c$......	−0,91	+1,03	1,89	3,05	3,57	3,63	5,45	3,13	2,64

Les graphiques construits en portant en ordonnées les écarts $T_t - T_c$ et en abscisse la composition des mélanges indiquent les points anguleux suivants : pour le système $(NO^3)^2Gl-NO^3Na$, un maximum correspondant au mélange $7(NO^3)^2Gl-9NO^3Na$; pour le système $(NO^3)^2Gl-NO^3K$, un maximum également correspondant à $(NO^3)^2Gl-NO^3K$; pour le système $(NO^3)^2Gl-NO^3Rb$, un minimum pour la composition $(NO^3)^2Gl-NO^3Rb$; pour le système $(NO^3)^2Gl-NO^3Cs$, un maximum pour $(NO^3)^2Gl-NO^3Cs$, et enfin pour le système $(NO^3)^2Gl-NO^3NH^4$, un maximum pour le mélange $2(NO^3)^2Gl-3NO^3NH^4$. Je ne crois pas utile de mentionner les résultats relatifs au système Gl-Li, attendu que les écarts sont presque nuls et n'indiquent clairement aucune combinaison.

Ces résultats sont, dans l'ensemble, en accord avec ceux qui sont indiqués par les courbes des chaleurs de mélange, des écarts entre les densités trouvées et calculées et les indices trouvés et calculés ([2]). Il n'a été possible d'isoler à l'état de pureté aucune de ces combinaisons.

GÉOLOGIE. — *Sur le Quaternaire de la Durance alpestre.*

Note ([1]) de M. **Franck Bourdier**.

Le bassin de la Durance présente une partie alpestre jusqu'à Sisteron et une partie méridionale de Sisteron au Rhône; nous nous occuperons ici seulement de la partie alpestre ([2]).

Près de *Montdauphin* apparaissent, sur les flancs de la vallée, des *alluvions anciennes* qui se continuent jusqu'à *Embrun* où elles dominent la

([2]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 194.

([1]) Séance du 5 février 1940.

([2]) On trouvera une bibliographie critique et un exposé des notions classiques sur le Quaternaire de la Durance dans M. Gignoux et L. Moret, *Travaux Lab. Géol. Univ. Grenoble*, 21, 1938, p. 143.

Durance de 80^m. Ces alluvions, bien litées, formées de galets sensiblement de même grosseur que les alluvions duranciennes actuelles, reposent sur des moraines argileuses. Cette superposition, très rarement observable, a été parfois mise en doute; je l'ai constatée, parfaitement nette, entre Embrun et Châteauroux, à la naissance du ravin de Pralong, au pied d'une cascade. Ces alluvions anciennes, profondément ravinées par la dernière glaciation, furent considérées, selon les auteurs, comme glaciaires, interglaciaires ou interstadiaires; elles n'ont fourni ni faune ni flore permettant de trancher la question; mais *elles se présentent, comme structure et comme position stratigraphique, exactement dans les mêmes conditions que les alluvions anciennes de la région de Chambéry, dont j'ai pu démontrer l'âge interglaciaire* (ces dernières m'ayant fourni des empreintes indiscutables de *Buxus sempervirens*, récemment déterminées par M. Depape et indiquant un climat au moins aussi chaud que le nôtre) ([3]).

En aval d'Embrun, les dépôts quaternaires les plus intéressants sont ceux de la *dépression gapençaise*, traversée au Quaternaire par une branche du glacier durancien qui, par Gap et le seuil de La Freyssinouse, pénétrait très avant dans la vallée du Petit-Buech. Près de Gap, E. Haug avait signalé des argiles et des tufs (?) qu'il qualifiait d'interstadiaires, bien que ceux-ci n'eussent fourni ni fossiles, ni anciens sols pouvant donner des indications climatiques; ces dépôts étaient censés recouverts par les moraines du *stade de la récurrence*, postérieur au maximum wurmien. Je n'ai pu retrouver l'affleurement décrit, peut-être disparu sous la végétation; mais la *récurrence* de Haug me semble aussi problématique que le prétendu Néowurmien créé par W. Kilian en Savoie et en Dauphiné.

Le *seuil de La Freyssinouse*, garni de moraines très fraîches (wurmiennes), est entaillé dans les *terres noires* jurassiques, recouvertes par des poudingues à gros galets bien roulés qui reposent sur des couches de gravier inclinées à 45°, dans lesquelles j'ai trouvé quelques cailloux striés et de petits blocs anguleux de roches cristallines. Nous avons

([3]) Certains auteurs (récemment G. Denizot) ont conclu que nos alluvions duranciennes étaient glaciaires parce qu'elles avaient fourni, paraît-il, quelques très rares galets striés; pour expliquer ce fait, j'admettrais volontiers que la base des alluvions est formée par endroits, non de moraines argileuses, mais de dépôts glaciaires caillouteux, plus ou moins remaniés par l'ancienne Durance et difficiles à distinguer des alluvions fluviales, comme cela se produit en Dauphiné à la base des alluvions certainement interglaciaires de La Gache, près Chapareillan (Isère).

là très certainement un delta glacio-lacustre et au-dessus un cône de transition fluvio-glaciaire identiques à ceux du Dauphiné et non, comme l'indiquent les cartes géologiques, un delta interglaciaire juxtaposé à des poudingues pliocènes. Delta et poudingues sont colorés en jaune par les sels de fer; les moraines duranciennes du plateau de Corréo, qui les surmontent, semblent beaucoup plus *fraîches*, plus récentes; comme elles atteignent l'altitude 1100^m, la plupart des auteurs les ont rapportées, sans preuve formelle mais avec vraisemblance, à la plus grande des extensions glaciaires, le Riss; dans ce cas, les poudingues et le delta, d'aspect plus ancien, seraient attribuables au Mindel.

A partir de Veynes la vallée du Buech s'élargit en *deux bassins*, de *Veynes* et de *Laragne-Sisteron*, réunis par la cluse de Serre; la répartition des blocs erratiques m'a montré que nos deux branches glaciaires, venues du seuil de La Freyssinouse et de la vallée actuelle de la Durance, avaient dû remplir respectivement chaque bassin et envahir au moins en partie la vallée intermédiaire. Cette vallée du Buech présente *trois terrasses* apparemment fluvio-glaciaires : la basse terrasse, la haute terrasse, et la terrasse des poudingues des plateaux, qui sont séparées entre elles par des phénomènes d'érosion probablement interglaciaires; cette érosion fut surtout marquée après le dépôt des poudingues, puisque ceux-ci forment maintenant des plateaux après avoir été des fonds de vallées.

La *basse terrasse* se rattache dans le bassin de Laragne-Sisteron aux moraines internes (wurmiennes) du Poët.

La *haute terrasse* est intimement liée à des moraines en amont de Sisteron et, en aval, présente les mêmes caractéristiques que les terrasses rissiennes du Bas-Dauphiné et de la plaine lyonnaise.

Les *poudingues des plateaux*, identiques aux poudingues de La Freyssinouse, rapportés comme eux au Pliocène sur les cartes géologiques, sont aussi très certainement d'origine fluvio-glaciaire; en effet, en aval de Laragne, en face des poudingues du plateau au nord de Mison, j'ai retrouvé sur l'autre rive du Buech, à Châteauneuf-de-Chabre, des poudingues identiques et à la même altitude; ceux-ci reposent incontestablement sur des graviers irrégulièrement stratifiés et de la moraine argileuse à cailloux striés.

Penck avait également admis l'origine fluvio-glaciaire des poudingues des plateaux, qu'il datait du Mindel, en se basant seulement sur la pente de leur surface apparemment trop forte pour avoir été engendrée par un cours d'eau ordinaire; les observations stratigraphiques précédentes renforcent cet argument morphologique.

GÉOLOGIE. — *Sur la répartition des faciès du Trias en Algérie.* Note de MM. **Paul Fallot** et **Jacques Flandrin**, présentée par M. Charles Jacob.

Nous avons signalé ([1]) la présence de Muschelkalk marin à *Fucoïdes* dans la zone des Kabylies et souligné que ce Trias s'y trouve, sauf en un point d'interprétation douteuse, à l'exclusion de tout faciès lagunaire.

Inversement le Trias de la zone du Tell présente partout le faciès gypso-salin. La masse complexe des argiles bariolées à sel et à gypse, rendue plus confuse par les jeux du diapirisme, ne renferme que des paquets dolomitiques et calcaires très pauvres en fossiles. On y connaît depuis longtemps de rares pointements calcaires à *Dymyopsis intustriata* et le gisement célèbre du Dj. Chettaba à *Myophoria intermedia* et *Gervilleia Joleaudi*, formes de l'Anisien et du Ladinien d'Espagne. Récemment l'un de nous (J. F.) a découvert dans les calcaires, puissants de 150 à 200 mètres, de l'hôpital de Souk Ahras, un horizon à *Myophoria* du groupe de *M. vulgaris* et *Mytilus psilonoti*, qui évoque le Muschelkalk de Sardaigne et, à un moindre degré, celui d'Espagne. C'est là un faciès tout à fait différent de celui à *Fucoïdes* de Kabylie.

Hormis cet épisode marin, d'ailleurs suivi à Souk Ahras d'une puissante masse de cargneules rappelant celles du Keuper subbétique, tout le Trias connu dans la zone du Tell est gypso-salin. Il n'est pas encore possible de préciser si ce faciès d'évaporation a déjà régné au Werfénien. Le Keuper n'est non plus pas daté, et le Trias est figuré en bloc sous une même teinte dans les documents cartographiques.

Une opposition nette de faciès s'avère donc entre le Trias des Kabylies et celui des régions plus méridionales. *Elle se manifeste brusquement, sans transition.* Ce fait est à mettre en relation avec les synthèses tectoniques de M. Louis Glangeaud.

On sait qu'il a admis que la zone des Kabylies (zone I) s'appuie par contact anormal contre la zone du Tell (zone II), où la subsidence a longuement joué au Secondaire, et notamment au Crétacé. Une *Nappe du Flysch*, à matériel de Flysch crétacé (sous-zone I^a), est coincée entre ces deux unités. M. Glangeaud l'a définie dès le Sud du Cap Ténès. Avec MM. Bétier, Savornin, Dalloni et Flandrin, il l'a suivie jusqu'au méridien de Bouira; sans doute s'étend-elle plus à l'Est encore.

([1]) *Comptes rendus,* **210**, 1940, p. 146.

Or, si la Kabylie comporte du Muschelkalk à *Fucoïdes*, à l'exclusion du faciès lagunaire du Trias, ce dernier apparaît dès la *Nappe du Flysch* et n'y diffère pas de celui de la zone du Tell. Il est donc permis de penser que le plus important des accidents du Sud des Kabylies se place entre celle-ci et la *Nappe du Flysch*, qui paraît se relier génétiquement à la marge septentrionale du sillon tellien : une étude méthodique du Trias et de la répartition de ses faciès fournira d'utiles éléments d'appréciation quant au déplacement de la zone des Kabylies (sous-zone I^{abc}) vers celle du Tell.

Si le Trias à *Fucoïdes* n'est pas connu dans la chaîne Numidique, le Trias gypso-salin n'y existe nulle part. Il apparaît par contre brusquement dès les accidents tectoniques qui limitent au Sud le massif primaire et ses annexes. Il règne partout dans le *rentrant* entre Kabylie et Numidie. Sous réserve des résultats d'une étude méthodique de la bordure de la chaîne primaire, on peut penser que, sauf quant à la *Nappe du Flysch*, sans doute absente, les rapports de ce massif et de la zone tellienne seront de même nature que sur la transversale des Kabylies.

Conclusions. — 1° La zone des Kabylies a été paléogéographiquement individualisée dès le Trias. Après un régime continental d'une durée indéterminée, elle a subi, au moins partiellement, une transgression du Muschelkalk marin, qui y a déposé une série, apparentée à celle de la zone subbétique, et tout à fait différente de celle du Tell. La parenté dont il est question ne se réalise du reste qu'au Trias moyen. Le Werfénien avec marnes rouges à gypse et à ophites n'y existe pas. Sauf les cargneules de Tizi N'Kouilal, on ne retrouve pas non plus de ressemblance avec le Keuper subbétique. Les raisons de la localisation du Muschelkalk à *Fucoïdes* de Kabylie dans une zone Est-Ouest assez étroite ne sont pas encore éclaircies.

2° L'opposition de faciès entre la Kabylie et les régions situées plus au Sud corrobore les interprétations tectoniques actuelles.

3° Le Trias du Tell n'est connu qu'en gros. Les ophites y sont plus développées à l'Ouest qu'à l'Est. Rien ne permet encore de prévoir si, en Algérie comme en Espagne, elles y sont plus généralement associées au Werfénien. Les formations gypso-salines sont analogues à celles du Werfénien et du Keuper subbétiques, dont on sait que la distinction est si délicate. Les formations marines qui y apparaissent y sont plus souvent mécaniquement emballées qu'interstratifiées. Datées par des Myophories et des Gervillies communes à l'Algérie et à l'Espagne, elles évoquent une transgression médio-triasique, mais *sous des faciès assez différents de ceux de la zone subbétique.*

D'une manière générale du reste, les faciès lagunaires du Trias semblent avoir joué un plus grand rôle dans le temps et dans l'espace en Algérie qu'en Espagne, et leurs subdivisions ne sont pas précisées. Toutefois l'accroissement d'importance de la série marine médiotriasique de l'Ouest vers l'Est laisse entrevoir la possibilité de mieux préciser la stratigraphie de ce système. A cet effet, et pour fournir aux travaux futurs une base objective, il est à souhaiter que les cartes géologiques soulignent à l'avenir les distinctions lithologiques du Trias, distinctions peut-être moins confuses que l'on tend à admettre communément.

GÉOLOGIE. — *Tectonique d'écoulement du Crétacé rifain.* Note de M. **Jean Lacoste**, présentée par M. Charles Jacob.

Cette Note est destinée à préciser l'importance dans le Rif marocain de la tectonique d'écoulement du Crétacé, terrain dont j'ai déjà signalé (1) la plasticité et la mobilité.

Ces caractères ont été bien mis en évidence par des observations récentes, basées sur une stratigraphie précise et recueillie par un sondage profond (Bou Mimoun, près de Sidi-Slimane) (2). On sait ainsi avec certitude que, dans les zones marginales (Prérif), *le Crétacé repose, à environ* 2500^m *de profondeur*, sur le Miocène de l'avant-pays (Rharb); *il s'est déplacé vers l'extérieur en nappe de glissement, transportant avec lui toutes les séries supérieures*, d'où la difficulté de voir en surface les indices classiques des nappes, fenêtres ou lambeaux de recouvrements.

Ce résultat précise l'évolution des connaissances sur le problème tectonique de ces régions et résout, en somme, ce que M. Despujols a appelé *l'énigme du Rharb*. Aux empilements de longues nappes venues de la Méditerranée, s'était substituée, avec M. Daguin, l'hypothèse d'une nappe formée de Trias et de Nummulitique et, pour M. Bourcart, celle d'un Nummulitique décollé, déplacé vers l'extérieur de la chaîne.

Puis, une réduction très notable des mouvements horizontaux ayant été envisagée, tant dans les ondes marginales par P. Termier (3) que dans les zones internées par M. P. Fallot (4), la découverte d'un Crétacé très épais, méconnu jusqu'alors, et dans lequel *s'enracinent les grands synclinaux nummulitiques*, me paraissait s'accorder

(1) *C. R. som. S. G. F.*, 1938, p. 137-139.

(2) *Comptes rendus*, 207, 1939, p. 226-227. Sondage effectué par le Bureau de Recherches et Participations minières du Protectorat.

(3) *Bull. Soc. Géol. France*, 28, p. 1928, p. 7-17.

(4) *Bull. Soc. Géol. France*, 30, 1930, p. 659-735.

avec ces vues, comme un argument important en faveur de séries relativement plus autochtones. Nos connaissances ont progressé depuis.

La description, par M. Fallot (5), dans le Rif septentrional, des styles de déplacements tangentiels, se relie logiquement avec ce que l'on sait de la tectonique du Rif externe.

En effet, dans le Prérif, on constate maintenant que le Crétacé n'est pas seulement affecté de glissements, refoulements et décollements très accusés (6), mais que, dans les zones de bordure, il se déplace tectoniquement d'une manière indépendante (7).

La question se pose alors *du niveau où est intervenue la séparation*. La masse crétacée décollée, traversée par les sondages et reposant sur l'avant-pays, est homogène et constituée par des marnes à Foraminifères du Crétacé moyen et supérieur, très plissées et froissées dans le détail. Une séparation paraît donc s'être produite *entre les horizons marno-calcaires vraconniens à Mortoniceras inflatum* (dernier niveau d'Ammonites connu) *et les sédiments plastiques marneux et argilo-vaseux néocrétacés. Le changement considérable des caractères de sédimentation* que j'ai observé à ce niveau (8) *a ainsi probablement préparé la séparation tectonique*.

Par suite des poussées d'ensemble, le sillon ou avant-fosse prérifaine s'est alors vidé de son contenu, et les marnes néocrétacées se sont écoulées (9) vers l'avant-pays abaissé, en entraînant, avec des copeaux provenant des séries inférieures, leur revêtement tertiaire jusqu'à l'Helvétien inférieur compris; ce revêtement restant en position *normale*.

L'ensemble de cette série décollée est évidemment débité en écailles, dont les plans de chevauchement se montrent très *redressés en surface* et jusqu'à une profondeur d'au moins 1000m, mais s'infléchissent ensuite

---

(5) *Essai sur la Géologie du Rif septentrional* (*Science, Mines et Carte Géologique du Maroc*. Mémoire n° 40, 1937).

(6) *Congrès mondial du Pétrole*, Paris, 1937 (Vigier, Lassauzé, Lacoste, p. 197, et Bruderer, p. 447).

(7) Depuis 1933-1934, on connaissait, par le sondage d'El Hajer, le chevauchement, à 906m de profondeur, du Miocène de l'enveloppe du Dj. Tselfat par le Crétacé marneux. Avec raison M. Bruderer supposa que le chevauchement était plus important, ce que confirma le sondage de Gueddara (1937). En 1938, le sondage de Bou Mimoun, par sa position *dans l'avant-pays*, élargit le problème et révèle toute l'indépendance tectonique prise par le Crétacé de bordure du Rif.

(8) *Recherches géologiques dans le Rif méridional*, 1934. *Thèse de Sciences*, Paris, p. 287-309.

(9) *C. R. som. S. G. F.*, 1938, p. 137-139.

(plans de fuite analogue aux surfaces listriques de E. Suess [10]), pour rejoindre, 2500m et plus, le plan de *discontinuité* tectonique d'où sont issus des klippes de rabotage et des corps diapirs. Ainsi se précise l'analogie signalée [11] avec la discontinuité de base des couches de Cornu dans le décollement sub-carpathique.

Des phénomènes tectoniques semblables ont dû se produire pour les marnes du Jurassique et du Crétacé de la série schisteuse *interne*, provenant du sillon rifain, et qui, à la schistosité près, sont des sédiments de même type que les marnes crétacées prérifaines [12].

Les faits indiqués quant au Crétacé marginal permettent de mieux concevoir les effets produits par les mêmes pressions sur les autres horizons à grande plasticité, ceux à gypse, anhydrite et sel du Trias et Lias inférieur, qui ont facilité [13] aussi les phénomènes de glissement et de *séparation tectonique*. Le refoulement de la série sédimentaire vers la périphérie de la chaîne s'accompagne donc de ces *deux dysharmonies structurales principales*.

Dans cette tectonique d'écoulement réalisée par la présence de deux masses plastiques (Trias et Crétacé), la série jurassique calcaire intermédiaire, restant probablement solidaire du Trias, a alors été affectée par tous les phénomènes déjà décrits d'étirements [14]*, de fractures, d'arrachements, avec déracinements plus ou moins réalisés des noyaux calcaires. Ceux-ci, rendus plus ou moins indépendants, se joignent, ainsi que des lames salifères triasiques, à la nappe de glissement crétacée.*

CHIMIE VÉGÉTALE. — *L'action de l'hormone mâle sur la cellule végétale et la notion de la sensibilité cellulaire à l'action des hormones sexuelles.* Note [1] de M. **Philippe Joyet-Lavergne**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

1. *Action de l'hormone mâle à faibles doses.* — On sait que le propionate de testostérone, agissant à faibles doses sur la cellule animale vivante, élève le pouvoir d'oxydation intracellulaire [2]. L'action de solutions analogues

---

(10) *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 1081.
(11) *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 945.
(12) *Recherches géologiques dans le Rif méridional*, p. 435.
(13) *Ibid.*, p. 576.
(14) *Ibid.*, p. 628.

(1) Séance du 5 février 1940.
(2) Ph. Joyet-Lavergne, *C. R. Soc. Biol.*, 129, 1938, p. 916.

sur la cellule végétale est bien moins nette. Sur un fragment d'épiderme de feuille d'Iris, pris dans une région dépourvue de chlorophylle, une solution de propionate de testostérone à 1/300000e agissant 15 minutes élève légèrement le pouvoir oxydant intracellulaire. Cette action se manifeste par l'oxydation un peu plus rapide et un peu plus intense du leucodérivé du bleu de crésyl qui a pénétré dans la cellule testostéronisée. Une solution de propionate de testostérone à 1/200000e agissant 8 minutes donne un résultat analogue avec le leucodérivé du violet de crésyl. Les essais qui ont été réalisés avec des solutions plus concentrées ou agissant avec une durée de temps plus longue n'ont apporté aucun résultat net. D'autres types cellulaires sont parfois un peu plus favorables. Une solution de propionate de testostérone à 1/80000e, agissant 15 minutes, élève le pouvoir oxydant des cellules du filet de l'étamine chez la Gypsophile; son action sur les cellules de l'ovule est très irrégulière. Les expériences ont été faites avec le leucodérivé du violet de crésyl. L'action des solutions de propionate de testostérone à faibles doses sur les cellules végétales est analogue à celle que l'hormone exerce sur la cellule animale [1], mais elle est plus faible et de plus courte durée. Nous n'avons pu déterminer la teneur de solutions qui donneraient sur les tissus végétaux une augmentation du pouvoir oxydant intracellulaire du même ordre de grandeur que celui qui se manifeste dans le cas de la cellule animale.

2. *Action de l'hormone à fortes doses.* — Ici l'action du propionate de testostérone sur la cellule végétale est plus nette. Il y a diminution du pouvoir oxydant intracellulaire et cette diminution est d'un ordre de grandeur analogue à celui qui est obtenu dans l'action des solutions de propionate à fortes doses sur la cellule animale. Si l'on fait agir l'une des trois solutions suivantes : propionate de testostérone à 1/2000e ou propionate à 1/20000e ou encore propionate à 1/40000e sur la cellule d'épiderme de feuille d'Iris pendant une durée de temps de 30 minutes à 2 heures, on obtient, dans ces divers cas, une diminution nette du pouvoir d'oxydation, comme on peut le constater par l'action qu'exerce le cytoplasme de la cellule testostéronisée soit sur le leucodérivé de la phénosafranine, soit sur le leucodérivé du bleu de crésyl, soit sur le leucodérivé du bleu de toluidine. L'action d'une solution de propionate de testostérone à 1/4000e pendant une heure sur les cellules du filet ou des parois de l'anthère chez la gypsophile entraîne une diminution nette du pouvoir d'oxydation intracellulaire. Cette diminution apparaît dans l'action qu'exercent les cellules testostéronisées sur

l'oxydation du leucodérivé du violet de crésyl. Dans des conditions analogues, l'action sur les cellules de l'ovule de gypsophile est moins nette. Les solutions de propionate de testostérone à fortes doses ont sur les cellules végétales une action analogue à celle excercée sur la cellule animale [3], mais cette action est de plus courte durée.

La différence qui existe entre les cellules animales et végétales au point de vue de leur sensibilité à l'action de l'hormone femelle [4] apparaît encore plus marquée en ce qui concerne l'action de l'hormone mâle. Les cellules végétales sont nettement moins sensibles que les cellules animales à l'action du propionate de testostérone.

3. *Notion de la sensibilité cellulaire à l'action des hormones sexuelles.* — La différence de sensibilité dans le comportement des cellules vis-à-vis des hormones sexuelles mâle et femelle permet d'interpréter divers effets de ces hormones sur l'organisme. Les résultats cytologiques obtenus [5] montrent que l'action de l'hormone sexuelle sur le pouvoir oxydant intracellulaire présente un caractère général. Le sens de cette action dépend de la concentration de l'hormone dans le milieu qui baigne la cellule. Dans des limites de concentrations qui varient suivant le type cellulaire touché, cette modification du pouvoir oxydant est capable de provoquer une polarisation sexuelle nouvelle des cellules. C'est l'effet de cette polarisation nouvelle qui se manifeste, dans les expériences d'injections d'hormones, par la modification des caractères sexuels de l'organisme traité. Par suite de la sensibilité particulière à chaque type cellulaire, la limite inférieure de la dose d'hormone capable d'entraîner la polarisation nouvelle varie suivant les tissus. On comprend alors que les seuils de réaction des caractères sexuels secondaires présentent des valeurs qui diffèrent non seulement suivant les organismes et suivant les organes, mais, dans un organisme, suivant les tissus, ainsi que le montrent les résultats des auteurs qui ont introduit dans la science des hormones sexuelles la notion de seuil.

---

(3) Ph. Joyet-Lavergne, *C. R. Soc. Biol.*, 130, 1939, p. 1166.

(4) Ph. Joyet-Lavergne, *C. R. Soc. Biol.*, 131, 1939, p. 177.

(5) Ph. Joyet-Lavergne, publications citées plus haut et *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1130; *C. R. Soc. Biol.*, 130, 1939, p. 962.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Relations entre la fonction chimique de quelques composés organiques et leur toxicité sélective pour les plantules de Phanérogames.* Note de M. **Charles Chabrolin**, présentée par M. Louis Blaringhem.

J'ai abordé l'étude méthodique des relations entre la fonction chimique des composés organiques et leur toxicité pour les plantules de diverses phanérogames. Seuls ont été utilisés des produits solubles ou émulsionnables dans l'eau. Solutions ou émulsions ont été pulvérisées avec un pulvérisateur à main à pression préalable (2^{kg}) modifié à cet effet, à raison de 200^{cm^3} pour une parcelle d'essai de 1^{m^2}. Cette quantité de liquide permet de mouiller régulièrement toute la surface des feuilles des plantules de 1 mois et demi environ.

1. *Toxicité comparée de diverses fonctions chimiques pour* Raphanus raphanistrum. — Les carbures benzéniques [benzène C^6H^6, toluène $C^6H^5CH^3$, xylène $C^6H^4(CH^3)^2$] sont peu toxiques. En émulsion à 4 %, ils brûlent seulement le bord des feuilles.

Les mélanges de carbures d'hydrogène acycliques des pétroles ou du gaz-oil sont moins toxiques que ceux de carbures d'hydrogènes cycliques des huiles d'anthracène. Il faut employer les premiers à 10 % et les seconds à 6 % pour tuer les plantules.

Les monophénols sont beaucoup plus toxiques que les carbures correspondants et leur toxicité est la même que leur fonction phénolique, qu'elle soit libre ou combinée à de la soude. Les plantules sont tuées par une solution de phénate de soude (C^6H^5ONa) à 6 %, d'orthocrésolate de soude à 5 % $\left[C^6H^4\begin{matrix}\diagup ONa & (1)\\ \diagdown CH^3 & (2)\end{matrix}\right]$ et de paracrésolate de soude à 4 % $\left[C^6H^4\begin{matrix}\diagup ONa & (1)\\ \diagdown CH^3 & (4)\end{matrix}\right]$. Le dérivé méta semble se rapprocher du para.

Le thymol $\left[C^6H^3\begin{matrix}\diagup OH & (1)\\ -CH^3 & (3)\\ \diagdown C^3H^7 & (6)\end{matrix}\right]$ agit comme le paracrésol et le naphtol $\beta(C^{10}H^7OH)$ est légèrement plus efficace (tous deux en solution sodique).

Les dérivés chlorés sont à leur tour plus toxiques que les phénols correspondants. Pour les monochlorophénols $\left(C^6H^4\begin{matrix}\diagup OH\\ \diagdown Cl\end{matrix}\right)$ on constate encore, comme pour les crésols, que le dérivé ortho est moins toxique que le dérivé para. Les doses mortelles, en solution sodique, sont respectivement 4 et 3 %.

De même, le parachlorométacrésol $\left[C^6H^3\begin{smallmatrix}OH & (1)\\ CH^3 & (3)\\ Cl & (4)\end{smallmatrix}\right]$ est plus toxique que le métacrésol. La dose mortelle diminue encore si le nombre d'atomes de chlore augmente; elle est de 2,5 % pour le trichlorophénate de soude $\left(C^6H^2\begin{smallmatrix}ONa\\ Cl^3\end{smallmatrix}\right)$ et de 1,5 % pour le pentachlorophénate de soude $\left(C^6\begin{smallmatrix}ONa\\ Cl^5\end{smallmatrix}\right)$ qui fut le plus toxique des composés étudiés.

Les dérivés nitrés ne jouissent pas de la même propriété. Une solution de trinitrophénate de soude à 4 % $\left[C^6H^2\begin{smallmatrix}ONa\\ (NO^2)^3\end{smallmatrix}\right]$ occasionne seulement de légères brûlures.

Les diphénols (résorcine, hydroquinone et pyrocatéchine) ou leurs dérivés $\left(\text{gaïacol, } C^6H^4\begin{smallmatrix}OH\\ OCH^3\end{smallmatrix}\right)$ et les triphénols (pyrogallol) sont beaucoup moins toxiques que les monophénols.

2. *Toxicité sélective des phénols, des crésols et de leurs dérivés chlorés.* — Aux doses suffisantes pour tuer des plantules de *Raphanus raphanistrum*, ces composés n'agissent que par contact. Ils ne réalisent pas un empoisonnement durable du sol comme le fait le chlorate de soude.

Les plantules de blé ou d'avoine de 1 mois et demi (4 à 5 feuilles) ont leurs feuilles plus ou moins complètement brûlées, mais leur bourgeon terminal reste intact et elles ne sont que passagèrement gênées dans leur développement. La dose mortelle est environ le double de celle qui tue les plantules de *Raphanus*.

Les doses mortelles pour les plantules de *Raphanus raphanistrum*, *Papaver rhœas*, *Chrysanthemum coronarium*, *Fumaria agraria*, ne sont pas les mêmes. Ces espèces sont classées dans l'ordre croissant de résistance. *Papaver rhœas*, qui résiste à des solutions d'acide sulfurique à 10 %, est par contre très sensible aux phénols et à leurs dérivés chlorés. *Lathyrus ochrus* résiste particulièrement bien aux chlorophénols.

Bien qu'à peine commencée, l'étude méthodique des composés organiques a permis de mettre en évidence la toxicité sélective des monophénols et de leurs dérivés chlorés. Le plus efficace des composés étudiés, le pentachlorophénate de soude, employé à des doses correspondant à 20^{kg} par hectare, tue les plantules d'un certain nombre de dicotylédones annuelles, alors qu'il endommage peu les plantules de céréales de même âge.

CHIMIE AGRICOLE. — *Fixation de l'ion* NH^4 *par les colloïdes argileux des sols sous forme non échangeable.* Note de M. **Raymond Chaminade**, présentée par M. Maurice Javillier.

Nous avons montré (¹) que l'ion potassium est susceptible de passer dans les sols sous une forme non échangeable, c'est-à-dire non déplaçable par d'autres cations; nous avons désigné ce phénomène sous le nom de *rétrogradation du potassium*; dans la présente Note nous rapporterons les observations effectuées sur un phénomène de même ordre présenté par l'ion ammonium.

I. *Rétrogradation de l'ammonium dans les sols.* — 1° Dix sols de natures différentes ont été placés au contact de solutions de chlorure d'ammonium et maintenus pendant deux semaines à la température de 0° pour éviter toute action microbienne. Au bout de ce temps, l'ammonium échangeable a été déplacé par lessivage du sol par une solution normale de chlorure de potassium. La quantité retrouvée à l'état échangeable a été, dans tous les cas, inférieure à la quantité ajoutée, la différence entre ces deux quantités étant de 2,7 à 2,5 % de la quantité ajoutée.

2° Des essais analogues ont été réalisés sur la fraction colloïdale minérale d'un sol. Des échantillons de 50^{cm^3} de colloïde dispersé correspondant à $5^g,66$ de matière sèche ont été placés au contact de chlorure d'ammonium à des doses correspondant respectivement à $0^{mg},516$ et $1^{mg},03$ d'azote. Les échantillons ont été ensuite stérilisés à l'autoclave et l'ammonium échangeable dosé par déplacement au chlorure de calcium en solution normale.

Voici les résultats, exprimés en milligrammes d'azote par échantillon :

	Quantité retrouvée	
Quantité ajoutée.	après deux semaines.	après six mois.
0,516	0,476	0,350
1,03	0,798	0,794

On voit que la rétrogradation s'est élevée à 32 % de la quantité ajoutée dans le premier cas et à 23 % dans le second.

II. *Libération de l'ammonium rétrogradé.* — La rétrogradation de l'ammonium peut s'expliquer par la pénétration des ions NH^4 à l'intérieur

(¹) *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 682.

du réseau cristallin qui constitue les micelles des colloïdes minéraux du sol.

Cette hypothèse est confirmée par le fait que l'ammonium rétrogradé est libéré soit par dissolution fluorhydrique des colloïdes, soit simplement à la suite d'un broyage énergique qui, en brisant les cristaux constituant les micelles des colloïdes, fait apparaître les surfaces internes sur lesquelles les ions NH^4 rétrogradés se trouvaient fixés.

Les expériences suivantes mettent ces faits en évidence :

1° *Dissolution des colloïdes par attaque fluorhydrique.* — La suspension argileuse utilisée pour les essais de rétrogradation renfermait $6^{mg},93$ d'azote à l'état d'ammonium échangeable pour 100^g de matière sèche. Après dissolution de cette suspension par attaque fluorhydrique, la quantité d'azote ammoniacal dosée s'est élevée à $44^{mg},96$.

2° *Action du broyage sur les colloïdes minéraux.* — Un sol de limon présentant une teneur en ammonium échangeable correspondant à $0^{mg},310$ d'azote pour 100^g de sol a vu cette teneur s'élever à $6^{mg},5$ après 20 heures de broyage au broyeur à boulets.

D'autre part, un sol identique au précédent, mais recevant depuis 7 ans des sels ammoniacaux, présentait une teneur en ammonium échangeable correspondant à $1^{mg},7$ d'azote pour 100^g de sol. Après 20 heures de broyage, cette teneur s'est élevée à $8^{mg},9$.

Ainsi un broyage effectué pendant le même temps et dans les mêmes conditions a libéré une quantité d'ammonium échangeable correspondant, dans le premier cas à $6^{mg},19$ d'azote et dans le second cas à $7^{mg},2$. La différence entre ces deux chiffres provient du stockage par le second sol, à la suite d'apport d'engrais ammoniacaux, d'une certaine quantité d'azote sous forme d'ammonium non échangeable.

III. *Conséquences de la rétrogradation de l'ammonium.* — Les sols naturels renferment sous forme d'ammonium non échangeable des quantités importantes d'azote. Cet azote échappe aux méthodes de dosage de l'ammonium échangeable qui consistent à lessiver le sol par des solutions neutres (²).

(²) CARSTEN OLSEN (*C. R. Lab. Carlsberg*, 17, xv, 1929, p. 1 à 20) propose de doser l'azote ammoniacal dans les sols en lessivant ceux-ci par une solution normale de KCl amenée à pH 1 par HCl. La quantité obtenue dans ces conditions est supérieure à celle dosée par déplacement avec une solution neutre de KCl, car l'attaque des colloïdes minéraux par la solution acide libère une partie de NH^4 non échangeable.

La quantité d'azote ainsi stockée par les sols est très supérieure à la dose d'azote existant sous forme d'ammonium échangeable.

Dans l'exemple cité plus haut, la quantité d'azote ammoniacal libéré par broyage s'est élevée à une dose qui correspondrait à environ 270^{kg} d'azote à l'hectare pour la couche arable. Étant non échangeable, c'est-à-dire ne pouvant passer en solution, cet azote ammoniacal ne peut participer ni à la nutrition des végétaux ni aux transformations biologiques, notamment à la nitrification. Il se trouve ainsi sous une forme pratiquement inerte.

ZOOLOGIE. — *Observations sur la biologie de* Lysmata seticaudata *Risso*. Note [1] de Mme **Louise Nouvel**, présentée par M. Charles Pérez.

Rappelons tout d'abord que *Lysmata seticaudata* Risso (Crevettes rouges du Midi, très recherchées comme appât) est un Crustacé Décapode (Natantia) appartenant à la famille des *Hyppolytidæ* et dont une singularité est d'être hermaphrodite. Spitschakoff (1912) [2] a montré que ces Crevettes sont hermaphrodites protandres : les testicules se développent pendant les deux premières années, puis régressent en raison inverse de l'accroissement des ovaires qui se produit au cours des 3e et 4e années.

Depuis l'intéressant travail de Spitschakoff, aucune donnée nouvelle n'est venue augmenter ou préciser les connaissances acquises sur le cycle sexuel de cette espèce. Aussi je crois utile de consigner ici quelques observations que j'avais faites d'abord accessoirement, puis que je me suis efforcée de préciser lorsque j'ai entrevu l'intérêt qui s'y attachait. En effet, dès que l'on a pris connaissance de la biologie de ces animaux, on est conduit à se demander si, lors du passage de la phase mâle à la phase femelle, l'autofécondation ne précède pas la fécondation croisée. Spitschakoff admet que l'autofécondation est possible. Seules des observations journalières sur des animaux identifiés et maintenus en aquarium pouvaient donner l'espoir de résoudre cette question. C'est d'ailleurs dans ce but que j'ai fait de nombreux séjours au Musée Océanographique de Monaco où, avec la plus grande amabilité, des quantités considérables de *Lysmata* ont été mises à ma disposition.

---

(1) Séance du 29 janvier 1940.

(2) *Zeit. für Wiss. Zool.*, **100**, 1912, p. 190.

1. *Sexe des individus par rapport à la taille.* — Dans le tableau qui suit, j'ai indiqué le sexe des individus par rapport à leur taille.

Taille.............	Jusqu'à 36^{mm}	36^{mm} à 48^{mm}	Au-dessus de 48^{mm}
Sexe..............	♂	♂ et ♀	♀

Donc, dans un intervalle de 12^{mm} environ, on trouve indifféremment des individus ♂ ou ♀. J'ai rencontré cependant des cas exceptionnels de ♀ précoces dont la plus petite avait 33^{mm} et des mâles tardifs dont le plus grand avait 50^{mm}. La taille maximum que j'ai enregistrée pour les *Lysmata* est de 67^{mm}.

2. *Caractères sexuels.* — Le passage du stade mâle au stade femelle est accompagné de modifications des caractères sexuels externes, en particulier de la disparition de l'*appendix masculina*. Cette disparition a lieu brusquement, lors d'une mue. L'appendice présente un aspect rabougri, desséché, avant une mue et, après le rejet de l'exuvie, on ne retrouve plus trace d'appendice. Avant la chute de l'appendice mâle, les caractères sexuels permanents du type femelle sont déjà différenciés. Même, les plus grands mâles possèdent déjà, ébauchés, les caractères sexuels secondaires, dits périodiques, des femelles de même taille. En effet des mâles de 40^{mm} ont déjà des soies du côté interne des basipodites des premiers pléopodes (= soies basales internes) et quelques soies sur les *appendix interna* (A_2 et A_3). Jamais je n'ai trouvé une femelle ovigère qui possédât encore l'*appendix masculina*. Donc, le cycle évolutif des caractères sexuels externes correspond exactement au cycle ovarien. En effet les ovaires se développent très tôt chez les Crevettes et généralement, à la taille de 35 à 38^{mm}, ils forment une masse compacte. La chute de l'appendice mâle correspond à la maturité des œufs dans l'ovaire.

J'insiste sur le fait que mes observations ont toujours porté soit sur des animaux récoltés, ou mis en expérience au printemps (de mars au début de juillet). La pleine activité reproductrice des *Lysmata*, à Monaco, a lieu en mai, juin et début de juillet. J'ai rencontré les premières femelles ovigères en avril. Il est évident que l'arrivée de la bonne saison doit accélérer la maturation des ovaires des toutes jeunes femelles qui incubent pour la première fois, alors qu'elles n'ont qu'une taille relativement petite (33, 35, 36^{mm}).

3. *Accouplement.* — J'ai essayé de provoquer le rapprochement sexuel des *Lysmata* en ayant recours à l'artifice que j'ai décrit à maintes reprises pour d'autres espèces de Crevettes ([3]). Je ne suis arrivée à observer la

([3]) L. Nouvel et H. Nouvel, *Bull. Institut Océanographique*, n° 585, 1935.

copulation qu'après avoir remarqué que jamais un individu mâle de grande taille ne pourchassait les femelles qui venaient de muer et dont l'ovaire préparait visiblement une ponte. Par contre, des individus mâles de 25 à 30mm sont très nerveux et s'attaquent à des femelles molles de toutes tailles. L'accouplement se fait exactement comme chez *Leander squilla* ([4]). Le mâle se place sous la femelle entre le céphalothorax et l'abdomen, le plan sagittal du corps est perpendiculaire à celui de la femelle (position en croix), l'abdomen légèrement replié. La durée de la fécondation est d'une seconde à peine. Aucun appendice thoracique ni abdominal ne joue le rôle d'accrochage. J'ai souvent examiné des femelles qui venaient d'être fécondées et, comme le justifie d'ailleurs le mode d'accouplement, jamais je n'ai trouvé de spermatozoïdes dans les oviductes (Spitschakoff).

4. *Ponte et mode de fécondation.* — J'ai isolé des femelles dont l'ovaire était mûr et ai remarqué qu'après la mue elles pondent en dehors de tout rapprochement sexuel. Les œufs non fécondés tombent après quelques jours. C'est cette observation qui m'a fourni la clef du problème des modes de fécondation de ces animaux. J'ai fait porter mes expériences systématiquement sur des femelles de *Lysmata* de toutes tailles et appartenant, de ce fait, aux différentes phases de régression des testicules. Des femelles prêtes à pondre et maintenues en isolement absolu ont toujours pondu, mais les œufs ont toujours fini par être rejetés de la cavité incubatrice, du fait qu'ils n'avaient pas été fécondés. J'ai expérimenté sur plus de cent femelles et en particulier sur des femelles très petites. Le résultat a toujours été le même. La conclusion qui se dégage de ces expériences est donc qu'en aucun cas l'animal ne féconde ses propres œufs. L'autofécondation ne paraît donc pas possible chez *Lysmata*.

Remarque à propos de la Note précédente, par M. **Charles Pérez**.

Le résultat négatif des expériences de Mme Nouvel me paraît tout naturel; c'est le contraire qui eût été surprenant. Dans le cas normal, où la séparation complète des sexes exige l'accouplement, c'est au moment de ce rapprochement que le mâle dépose son sperme à la surface du corps de la femelle, au voisinage plus ou moins proche des orifices vulvaires et, lorsque bientôt après la femelle pond, ses œufs rencontrent tout naturellement, au

---

([4]) L. et H. Nouvel, *Bull. Soc. Zool. de France*, 62, III, 1937, p. 208.

fur et à mesure de leur sortie, des spermatozoïdes susceptibles de les féconder. Quand on isole une *Lysmata*, il n'y a aucune raison pour que cet individu, même s'il possède encore des spermatozoïdes mûrs, soit amené à les évacuer à l'extérieur et à les retenir au voisinage des orifices vulvaires, en attente d'une ponte prochaine.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Teneur en riboflavine* (*vitamine* B_2) *de quelques organes de la Grenouille* (Rana viridis). Note de M[lles] **Henriette Nollet** et **Anne Raffy**, présentée par M. Paul Portier.

L'importance physiologique de la riboflavine tant comme vitamine que comme ferment incite à en étudier la répartition dans les grands groupes zoologiques. De diverses révisions récemment faites, que résument des tableaux de teneurs en riboflavine des principaux organes des animaux (¹) et (²), il ressort qu'il existe d'importantes lacunes dans les données actuellement acquises. Parmi les Vertébrés à sang froid, les Batraciens ont été jusqu'ici à peu près négligés. La Grenouille, en particulier, n'a pas encore été étudiée, malgré l'importance de tout ce qui a trait à sa physiologie et à l'intérêt de sa vie amphibie. C'est pourquoi nous avons dosé la riboflavine tissulaire chez les Grenouilles des deux sexes (*Rana viridis*) au mois de juin, à l'aide de la technique de Gourévitch (³).

Nous avons tout d'abord étudié le foie qui, chez les autres Vertébrés, présente une teneur relativement élevée, stable et caractéristique; puis le rein, soit avec les surrénales, soit sans surrénales, celles-ci ayant été soigneusement extraites. Des dosages ont été également effectués dans ces organes ainsi isolés. Le tableau suivant résume nos résultats, exprimés en γ de riboflavine par gramme de tissu frais.

Teneurs en riboflavine des organes de Rana viridis *en γ par gramme de tissu frais.*

	Foie.	Reins sans surrénales.	Reins avec surrénales.	Surrénales.
Mâles	5,5-6,5	9,3	12,1	36
Femelles	4,2-4,9 4,5-5	8,3	15	72

(¹) M. Fontaine, *Sciences*, XXVII, décembre 1938, p. 16.
(²) A. Raffy, *Bull. de la Soc. scient. d'hygiène alimentaire*, 27, 1939, p. 16.
(³) A. Gourévitch, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 19, 1937, p. 527.

Nous avons aussi réuni les yeux de quelques femelles et nous y avons dosé 8γ de riboflavine par gramme d'organe.

D'après ces données, il apparaît une différence manifeste entre les surrénales de la femelle et celles du mâle; mais il est surtout intéressant de remarquer que la Grenouille se place, au point de vue flavinique, avec les autres pœcilothermes, par opposition aux homéothermes. La teneur du foie est de l'ordre de grandeur de celle des Lamproies, des Poissons, de la Tortue marine ([1]) et ([4]). Elle est même, surtout chez la femelle, inférieure à toutes les déterminations relatives aux pœcilothermes. L'œil est beaucoup moins riche que celui des Poissons et de la Tortue marine. Les organes de la Grenouille adulte, après la maturité sexuelle, sont donc pauvres en vitamine B_2, à l'exception de la surrénale. Les teneurs se rapprochent néanmoins de celles des pœcilothermes aquatiques et s'opposent nettement à celles des organes correspondants des Mammifères et des Oiseaux.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les déterminants chimiques de la maturation sexuelle.* Note ([1]) de Mme **Véra Dantchakoff**, présentée par M. Maurice Caullery.

Les recherches sur l'action des hormones sexuelles dans les germes des Vertébrés ont montré que le déterminisme génétique sexuel se réalise à l'aide de substances chimiques, les hormones mâle et femelle. Un lien fut ainsi établi entre l'équilibre chromosomique édifié dans l'œuf fécondé et la réalisation du sexe.

L'ensemble de l'histogenèse sexuelle s'est révélé comme résultant de l'action d'une hormone sexuelle spéciale. Ce fait fondamental, intimement lié aux découvertes de Spemann, ne forme qu'un épisode dans l'ontogenèse à dynamisme chimique. Récemment des facteurs sexuels chimiques ont été mis en évidence chez *Chlamydomonas eugametos*, sous forme de caroti-noïdes, par Kuhn, Moewus et Jerchel ([2]). L'activité même des gènes se traduirait par l'élaboration de produits chimiques déterminants

([4]) A. Drilhon, A. Raffy et M. Fontaine, *Bull. de l'Institut Océanographique*, n° 776, juillet 1939, p. 1 à 15.

([1]) Séance du 22 janvier 1940.

([2]) *Ber. d. chem. Ges.*, 71, Abt. B, p. 1541.

[Kühn et collaborateurs (3), Ephrussi (4)]. Les admirables recherches de Wigglesworth (5) ont montré que l'Insecte lui-même, si dépourvu d'hormones, accomplit sa métamorphose à l'aide de produits chimiques, dont l'élimination inhibe et l'introduction déclenche la métamorphose.

Le dynamisme chimique du déterminisme génétique reconnu, de nouveaux problèmes se posent; 1° le facteur chimique, que nous introduisons dans nos expériences, d'où provient-il durant l'ontogenèse du germe? 2° d'autre part, serons-nous jamais en état de pénétrer à l'intérieur du système de molécules, organisé et effroyablement compliqué, qu'est la cellule, pour déterminer dans quelle chaîne particulière de molécules se produit un changement initial qui lui implique une polarisation femelle ou mâle? Enfin les déviations par rapport à la normale, fréquentes dans nos expériences, suggèrent l'idée qu'il existe dans le germe des facteurs histogénétiques supplémentaires aux hormones sexuelles, produits dans l'organisme vivant et résultant des métabolismes différenciels de ses tissus variés.

Ne pouvant songer à aborder directement, par voie chimique, la recherche de ces facteurs supplémentaires, mes expériences ont consisté en un traitement systématique de Rats et de Cobayes *nouveau-nés* par un extrait aqueux d'ovaires, mis à ma disposition par MM. Hartmann et Miescher, et connu sous le nom d'*agomensine* (*Ciba*, Bâle). Les premières expériences consistèrent à traiter des lots de Rats nouveau-nés de 4 femelles et de 4 mâles confiés à une mère et des Cobayes par lots d'une femelle et d'un mâle. Plus tard, comme aucune influence spéciale ne put être reconnue chez les mâles, des femelles seules furent utilisées pour le traitement : 6-8 Rats et 2-3 Cobayes par mère.

Les injections, faites 2 fois par semaine pendant les deux premières semaines de la vie, à dose de $0^{cm^3},1$, et une fois tous les 2 jours à partir de la troisième semaine (jusqu'à $0^{cm^3},3$ par injection), sont bien supportées par les petits. La croissance générale et le développement sexuel des animaux traités s'effectuaient d'une manière parfaite. N'ayant pas fait de pesées, je ne puis parler que de l'impression de les avoir vu grandir plus vite et devenir plus gros que les témoins. Pour pouvoir affirmer d'une manière absolument définitive les résultats que je vais annoncer, ceux-ci auraient dû être contrôlés par une expérience en masse. Mais des faits nets se dégagent déjà de l'expérience :

---

(3) *Biol. Zbl.*, 57, 1937, p. 113 et 329.
(4) *Bull. Biol. France-Belg.*, 72, 1938, p. 48.
(5) *Quart. J. of Micr. Sc.*, 79, 1936, p. 91.

1° Jamais, dans mon élevage, une Cobaye femelle normale ne fut inséminée à l'âge de 3 semaines. Or, parmi les Cobayes traités à l'agomensine, 3 femelles devinrent grosses à 3 semaines. L'une d'elles avorta de 2 petits, peu avant terme. Une de ces femelles-enfants mourut pendant le travail avec ses petits. La troisième femelle-enfant donna naissance à 3 très petits Cobayes à terme, qui purent être élevés.

2° Ces 3 cas sont des cas exceptionnels, mais d'autres, bien plus nombreux, ont fait entrevoir l'*influence acccélératrice de l'extrait aqueux de l'ovaire sur l'ovulation et la conception*.

3° Une ovulation accélérée, avec ouverture du vagin prématurée et fécondation consécutive, fut l'effet du traitement chez les jeunes Rats.

4° En outre, dans quelques cas, des Rates récalcitrantes à la conception ont pu être fécondées à la suite d'un traitement de 3-5 semaines.

Si l'on compare les fécondations des 42 Rates traitées et de 42 Rates normales, en fonction de leur âge, on arrive à conclure, que, sous l'influence du traitement, l'organisme mûrit plus vite. De plus les conceptions, sauf rares exceptions, ont eu lieu dès la première ouverture du vagin.

Comment expliquer les résultats obtenus? L'extrait aqueux d'ovaires, introduit par voie sous-cutanée, est absorbé et charrié par la voie sanguine. Certains corps chimiques contenus dans cet extrait doivent posséder une affinité pour l'ovaire, en particulier pour les cellules germinales. Car l'ovulation et tous les phénomènes corrélatifs ont lieu, chez un animal traité, à un âge où l'ovaire de l'animal n'a pas encore acquis spontanément la propriété d'élaborer de tels corps chimiques. Les cas de conception réussie chez quelques Rates récalcitrantes sont très démonstratifs. Les premières ovulations passent souvent inaperçues, par défaut de sécrétion provoquant les processus œstraux. Les extraits aqueux d'ovaires paraissent remédier à une telle déficience chez le jeune organisme, tout en nous indiquant où il faut chercher les *déterminants initiaux de la maturation sexuelle*.

La séance est levée à 15h35m.

A. Lx.